移动地图交互中的步行路线规划情境研究*

吴　丹　程　磊
(武汉大学信息管理学院　武汉　430072)

摘要:【目的】分析不同情境因素对用户步行路线规划的影响, 构建用户路线规划的情境模型。【方法】邀请30名用户完成室外步行导航实验, 对用户路线规划的情境和行为进行Spearman相关性分析和多元线性回归分析。【结果】初始规划阶段, 目的地选择次数越多, 用户搜索时长越长; 对估计时间在意程度越高, 对路线的浏览时长越长。重新规划阶段, 不同性别和年龄的用户其主观时间压力不同; 任务困难度越高时其操作次数反而会减少。【局限】数据处理存在一定的主观性; 实验中其他因素给用户的心理和行为产生潜在影响, 可能会对实验结果造成一定的干扰。【结论】步行路线规划情境模型更关注行为因素, 揭示初始路线规划和重新规划路线的各个情境因素的关系, 为移动地图开发者提供参考价值。

关键词: 路线规划　用户信息行为　移动地图　情境　人机交互
分类号: G250

1　引　言

移动互联网时代, 人们对服务个性化、移动化的要求越来越高, 随着移动定位技术、网络通讯技术的发展, 移动地图在人们日常的出行中发挥着越来越重要的作用。移动地图凭借其便利化、个性化的特点, 使人们在出行时都或多或少地依赖移动地图的路线查询功能。根据比达咨询《2016年第3季度中国手机地图(导航)市场研究报告》, 确定出行路线是用户使用移动地图最主要的目的[1]。由此可见, 中国移动地图用户使用功能仍以导航规划、路线查询为主。

任何信息行为都受其所处情境的影响[2], 当前的情境研究覆盖范围广泛, 例如基于情境感知的行为模式挖掘的研究、基于情境的服务推送或个性化推荐的研究等。在移动地图用户行为领域, Nivala等[3]分析了移动地图中涉及的情境类型, 包括用户使用目的、时间、物理环境、导航历史以及文化和社会元素; Cai等[4]提出一种为移动地图服务的情境模型, 以适应用户物理、认知和社会情境下实时的合作行为; 齐晓飞等[5]基于目前情境模型中存在的问题, 提出一种位置地图情境分类分级方法。可见分析用户情境对路线规划的影响的研究很少。

在此背景下, 本文以用户使用移动地图进行步行路线规划为出发点, 分析不同情境因素对用户路线规划的影响, 并总结步行路线规划的情境模型, 以更好地理解用户与移动地图的交互行为。本文根据用户路线规划发生的时间, 将用户的路线规划分为路线初始规划和路线重新规划。

2　文献综述

2.1　路线规划相关研究

对路线规划的研究主要集中在城市规划和交通领域, 而在用户信息行为领域对路线规划, 尤其是基于移动地图交互的路线规划的研究更少。根据现有研究, 路线规划的研究包括三个方面:

(1) 不同情境的用户路线选择标准以及选择路线的影响因素

情境分析包括用户在给自己规划路线的情境和在给其他人指路时的路线规划; 路线选择的影响包括路线步行距离、安全以及建筑物环境等因素。Hölscher

通讯作者: 吴丹, ORCID: 0000-0002-2611-7317, E-mail: woodan@whu.edu.cn。
*本文系武汉大学自主科研项目(人文社会科学)"人机交互与协作创新团队"(项目编号: Whu2016020)的研究成果之一。

等[6]从认知和交流角度，研究用户基于地图的路线规划与基于实时位置的路线规划的差异，并用路线复杂度和路线效率两个指标衡量路线，指出用户基于地图的路线规划复杂度小但路线效率低。Agrawal 等[7]认为步行距离和安全因素是行人选择步行路线时考虑的主要因素，并认为时间压力可能会对研究造成一定影响。Ishikawa 等[8]对比了导航地图与传统纸质地图对用户行为的差异，发现使用导航地图的用户步行距离更长，并且发生更多停留。该方面的研究是与研究主题最符合的部分，但是这些研究大多不是基于移动地图开展的。

(2) 特殊群体的步行路线规划行为

包括旅游者的路线规划和老年人出行路线规划。Lu 等[9]在研究旅游者路线规划行为时，提出将游客照片保留在同一平台，利用琐碎照片复原热门旅游路线，并根据旅游地点、旅游时长、旅游时间和目的地偏好等辅助用户的路线规划行为。Borst 等[10]分析了妨碍老年人步行出行的影响因素，并指出安全和路线的步行距离是步行路线规划时的主要因素，楼梯、绿化带等是妨碍老年人出行的因素。

(3) 步行路线自动规划的算法和技术

Yuan 等[11]从建模的角度研究室内导航，认为现有的规划路线的技术对行人、残疾人以及驾驶室内汽车的人不适用，提出一种立方体模型计算不同用户可行的路线方案。Kruger 等[12]提出路线规划通常在家中完成，但是这些信息在出行过程中需要再次查询，因此设计了一种跨情境的路线规划服务，将路线规划和出行导航相结合。

关于路线规划的研究仍集中在用户日常出行过程中的实时规划行为研究或者是基于纸质地图以及用户对周围环境的熟悉度方面。这些研究的开展只是基于自然环境下用户的路线规划或选择行为，或者是从技术角度研究路线的自动规划，而没有涉及用户与移动设备的交互时产生的信息行为，尤其是在移动地图交互中研究用户的路线规划行为和情境的文献还比较少。因此，本文从移动地图与用户的交互行为出发，分析不同情境因素对路线规划结果的影响。

2.2 情境模型构建因素相关研究

移动交互情境的获取和分析对于深入了解用户在移动环境下的行为具有重要意义。所谓情境(Context)是指任何有助于刻画一个实体目前所处状态的信息[13]。

现有研究中，国内外很多学者都对情境因素进行分类，并构建相应的情境模型。Schmidt 等[14]将情境划分为用户因素和物理环境因素。用户因素包括个人信息、社交环境以及任务信息，物理环境因素包括自然环境(如灯光、压力、温度等)和位置信息等。郭顺利[15]将移动图书馆的用户情境指标分为用户物理情境、用户基本信息情境和用户社会网络情境。其中，物理情境主要指用户当前所处的物理环境、终端设备以及网络等物理情境，基本信息情境包括用户在注册移动图书馆时的基本信息、用户的浏览行为偏好、人机交互行为(用户输入、点击位置等)。刘芳静[16]将用户的移动情境分为用户、环境和设备。其中用户情境因素包括用户背景以及用户行为，同时迎合用户的行为状态和使用姿态。Schwarz[17]将组织中知识空间用户的情境分为信息情境、操作情境、组织情境、环境情境、因果情境、行为情境、注意情境以及历史情境，并将用户使用的硬件设备归为环境情境。

而移动地图交互中的情境因素不同于传统的情境因素，移动地图交互的情境因素具有人机交互的特点，而当前的研究只有一部分学者关注了移动环境下的情境因素，以及基于情境感知的个性化推荐技术的研究，对于移动环境下的人机交互的情境因素以及情境模型构建的研究则涉及不多，因此本文将结合用户的移动交互行为，分析移动环境下用户的情境因素对用户行为的影响。

3 实验设计

3.1 实验流程与用户

采用用户实验法，控制实验的任务时长和导航任务，并记录用户的移动地图交互行为和导航体验，进行数据分析。实验由前测问卷、步行导航任务、后测问卷和用户访谈 4 部分组成。在实验开始前，首先对参与者进行培训，一方面有利于参与者了解实验流程，另一方面提醒参与者在实验过程中的注意事项，如注意人身安全以及确保在实验过程中录屏软件的持续运行等；在步行导航任务开始前，用户需要填写一份前测问卷，主要询问用户日常的移动地图导航习惯；步行导航任务是利用移动地图完成三个真实的步行导航任务；每个任务完成后，用户需要填写一份后测问卷，

主要询问用户与每个任务过程相关的感受。其中，实验问卷采用李克特 5 级量表搜集用户的主观感受。步行导航任务则是对任务时长和任务类型进行控制，通过手机录屏软件(录屏大师和录屏专家)记录用户与移动地图的交互行为(包括屏幕操作和声音)；在实验结束后进行用户访谈。

本文重点关注用户在使用地图时步行路线的规划行为，实验中第二个任务与步行路线规划相关，因此以第二个任务为切入点，即：利用地图的"周边服务"功能找出并走到附近一家评价最高的鄂菜餐馆，并拍照证明，在任务完成后填写后测问卷，基于此分析用户在步行路线规划时用户行为及相关的情境因素。

从武汉高校在校生中进行实验用户的筛选，根据实验筛选问卷的填写情况，以实验地图检索的频繁程度和对目的地的熟悉程度等作为筛选指标，共招募 30 人参与实验，其中男性 13 人，女性 17 人，年龄在 19-24 岁之间(M=22.4, SD=1.23)。实验用户主要来自武汉大学和华中师范大学，专业包括图书馆学、情报学、计算机科学、地理信息科学、金融学、大地测量学、法学等 14 个专业。

3.2　研究方法

以用户实验为基础，通过录屏软件记录用户在实验过程中与移动地图的交互行为，分析用户在使用移动地图进行步行路线规划的行为特征。作为录屏数据的补充，采用问卷调查法进一步获取详细数据。其中用户的问卷调查包括筛选问卷、前测问卷和后测问卷，筛选问卷通过调查用户使用地图的年限和对目的地的熟悉度等指标对招募的用户进行选择；前测问卷主要了解用户使用地图路线查询和导航的频繁程度以及使用地图的行为习惯；后测问卷则是方便用户及时记录任务完成后的感受和对地图使用情况的记录。

对实验获取的数据，采用人工分析的方法对问卷数据和录屏数据中的关键数据进行提取，转化为 Excel 文件，将其导入 SPSS22.0，由于实验数据为非连续性数据且不呈正态分布，因此选择对数据要求较低的 Spearman 相关分析法对数据的关联关系进行分析；为了进一步获取各个因素之间的影响程度，研究过程中还采用多元线性回归方法进行数据处理。通过采用定性和定量分析相结合的方式，全面分析用户步行路线规划行为及相关情境因素。

4　结果分析

4.1　步行路线初始规划情境

用户在不同情境下的路线规划行为存在差异。按情境分析用户的路线选择行为有利于分析用户在不同情境因素影响下的步行路线选择行为。

综合已有的情境模型，结合本实验的特点，笔者认为，有关用户路线规划的情境可以分为用户的个人因素、行为因素、任务因素和环境因素。其中，个人因素是指用户的社会属性，主要考虑与路线规划有关的个人属性；行为因素是指用户在与地图应用进行交互过程中产生的一系列行为特征；任务因素是指和实验任务有关的因素，包括任务的时间限制以及任务中所涉及到的路线属性；环境因素包括物理环境和硬件设备因素，具体如表 1 所示。

表 1　用户步行路线初始规划的因素分类

分类	主要因素	解释
个人因素	性别	用户的性别
	年龄	用户的年龄
	主观时间压力	用户感受到的任务完成的紧急程度
	估计时间的在意度	用户对地图系统路线估计时间的关注度
行为因素	目的地选择次数	用户在搜索目的地时选择目的地的次数
	搜索时长	用户搜索路线的时长
	浏览时长	用户确定出行路线到真正出发之前的一段时间
	操作次数	在步行路线模式下的放大、缩小、左滑、右滑等的操作次数
	查看路线详情次数	查看路线详情的次数
任务因素	客观时间限制	任务完成的客观时间要求
	路线估计时长	系统对出行路线的估计时长
	步行距离	系统显示的路线步行距离
	任务时长	用户完成任务所需的时间
环境因素	移动设备	屏幕尺寸、手机型号
	系统定位	地图系统定位准确度
	天气因素	晴、雨、多云等
	室外温度	任务当天的平均气温

利用 SPSS22.0 的 Spearman 相关分析对各因素间的相关性进行计算，其中，12 个因素间存在显著的相关关系，5 个因素(性别、年龄、移动设备、天气因素以及室外温度)与其他因素之间没有显著的相关性。自变

量与因变量对照情况如表 2 所示。

表 2　步行路线初始规划的因变量与自变量对照

因变量	自变量	相关系数
搜索时长	目的地选择次数	.547**
	操作次数	.435*
浏览时长	客观时间限制	.532**
	系统定位	–.458*
	估计时间的在意度	–.413*
查看路线详情次数	操作次数	–.371*
任务时长	路线估计时长	.634**
	步行距离	.563**
估计时间的在意度	主观时间压力	.542**
	系统定位	–.486**
	目的地选择次数	.465**

(注: * $p<0.05$, ** $p<0.01$。)

用户步行路线的选择和规划是多个因素相互作用的结果。用户的个人因素、行为因素以及任务因素之间存在着显著相关性, 环境因素对用户步行路线的初始规划没有显著的相关关系。在路线初始规划中, 用户路线的选择和行为受到用户自身因素和出行任务的影响; 路线的选择不会因性别和年龄的不同产生差异。此外, 用户步行路线的初始规划受天气情况的影响不大。

(1) 路线搜索阶段

在与地图的交互过程中, 用户的路线搜索行为主要是指搜索时长、浏览时长以及查看路线详情的次数。利用回归分析方法揭示变量之间的具体关联, 如表 3 所示。

表 3　路线搜索阶段因变量与自变量的回归分析结果

因变量	自变量	非标准化系数	显著性	VIF	调整 R^2
搜索时长	目的地选择次数	57.393	.007	1.001	0.357
	操作次数	–6.449	.008	1.001	
浏览时长	估计时间的在意度	–13.836	.095	1.274	0.087
	客观时间限制	–9.135	.655	1.184	
	系统定位	–4.423	.451	1.425	
查看路线详情次数	操作次数	–.084	.121	1.000	0.051

搜索时长方面, 用户在对不确定的目的地进行搜索时, 对不同目的地浏览次数越多, 其相应的搜索时长越长。而用户在步行路线模式下与地图的交互次数对搜索时长存在间接的影响关系, 用户操作次数越多说明其任务时间相对充裕, 主观时间压力小, 因此搜索时长也会相应越长。

从浏览时长回归分析结果的 F 值并不显著 ($p=0.151$), 说明回归方程并不合理, 采用逐步回归分析方法对回归方程进行纠正, 结果如表 4 所示。

表 4　修正后的浏览时长回归分析结果

	非标准化系数	标准化系数	显著性	VIF
常数	92.432		.000	
估计时间的在意度	–16.022	–.347	.028	1.000
调整 R^2		0.131		

根据修正后的回归分析, 用户在进行路线选择时对系统提供的估计时间越不在意, 其搜索后的浏览时间相应越长。有意思的是, 客观时间限制不会对用户的浏览时长产生影响, 用户不会因为时间限制而缩小或者延长对路线的浏览时长。

查看路线详情次数的回归分析结果显示, 操作次数的影响并不显著, 说明回归方程并不合理。虽然操作次数与查看路线详情次数之间具有相关关系, 但是回归分析结果显示操作次数与查看路线详情次数之间并没有显著的因果关系。

(2) 路线规划阶段

在路线规划阶段, 任务时长与路线的估计时长以及步行距离具有显著的相关关系; 系统估计时间的在意度与主观时间压力、系统定位以及目的地选择次数之间有显著的相关性, 回归分析结果如表 5 所示。

表 5　路线规划阶段因变量与自变量的回归分析结果

因变量	自变量	非标准化系数	显著性	VIF	调整 R^2
任务时长	路线估计时长	43.887	.095	9.372	0.436
	步行距离	–.109	.798	9.372	
估计时间的在意度	主观时间压力	.728	.000	1.029	0.564
	系统定位	.323	.001	1.003	
	目的地选择次数	–.377	.033	1.029	

从表 5 中可以看出, 任务时长的回归方程的 VIF 值较大, 自变量之间存在严重的多重共线性问题, 因此采用逐步回归方法进行修正, 结果如表 6 所示。

表 6 修正后的任务时长回归分析结果

	非标准化系数	标准化系数	显著性	VIF
常数	590.223		.000	
路线估计时长	38.100	.688	.000	1.000
调整 R^2		0.454		

据表 6 可知，路线估计时长越长，用户完成任务所花费的时间越长，同时还说明任务时长不受搜索时长和浏览时长的影响。此外，从表 5 可以发现，自变量之间存在严重的多重共线性，Spearman 相关性结果表明，步行距离与任务时长之间具有很强的相关性，步行距离对任务时长的影响受到了路线估计时长对任务时长相关性的影响，步行距离与任务时长之间并没有直接的相关关系。

从用户对估计时间的在意度来看，其受主观时间压力的影响最大，其次是系统定位，目的地选择次数的显著性不强。即当用户感受到较大的时间压力时，对系统的估计时间会越在意；当系统定位准确度较高时，用户会更信赖系统的估计时间并且更加在意；目的地的选择次数也在一定程度上反映了用户对估计时间的在意度，目的地选择次数越少说明其对时间的要求不高，因此也对路线的估计时间在意度较低。

综上，在对初始路线进行规划时，当用户对目的地进行多次选择时，其任务整体的搜索时长就会增加；用户对系统估计时间越在意反映了用户往往会花费更长时间浏览搜索到的步行路线。但是在浏览阶段的用户行为具有较大的随意性，主要包括在步行路线模式下的操作(50%)、查看路线详情(13.3%)以及查看全景(13.3%)。任务时长与路线估计时长对任务时长呈现明显的正向影响。此外，用户主观时间压力较大且系统定位较准确时，用户对路线估计时间的在意度会增加。

4.2 步行路线重新规划情境

(1) 路线重新规划与初始规划的对比

用户在步行过程中，由于个人原因或者系统原因往往需要对步行路线进行重新规划。在本实验中，用户在出行后再次进行路线搜索的行为即认为重新规划。实验共获取重新规划记录 27 条，并按照用户重新规划路线的情境对其进行分类，如表 7 所示。用户步行路线重新规划行为的原因主要是重新查找或确认目的地位置(51.85%)、误操作导致原路线返回(22.22%)、系统定位不准(18.52%)、路线导航方式选择错误(7.4%)。从路线规划时用户所处的位置来看，51.85%的重新规划行为发生在前往目的地的过程中，40.74%发生在目的地附近，由于用户不知道目的地的具体位置以及自身位置的改变，需要重新规划路线。7.4%发生在起点附近，由于用户的误操作导致路线返回引起的重新规划路线行为。

表 7 用户重新规划路线的情境

原因 \ 位置	个人因素		系统因素		合计
	误操作	查找(确认)目的地	定位不准	导航方式错误	
起点附近	2	—	—	—	2
前进中	4	3	5	2	14
目的地附近	—	11	—	—	11
合计	6	14	5	2	27

与初始规划的路线相比，用户重新规划的路线除了用户起点位置的变化以及导航方式稍有变化外，区别还体现在用户目的地输入方式的变化、搜索时长、浏览时长以及操作次数。

重新规划时，目的地的输入通常直接选择系统的历史记录(74.07%)，6 个用户在实验中再次利用“周边服务”功能重新搜索目的地(22.22%)，1 个用户则直接输入目的地名称进行路线的重新规划。从搜索时长的变化来看，重新规划的搜索时长与初始规划存在显著差异。从图 1 可以看出，初始搜索时长根据用户的不同，波动较大且时间较长，重新搜索时长与初始搜索时长相比有明显的下降，一方面用户借助历史输入记录查询路线减少了搜索时长；另一方面，在初始搜索的基础上，用户有了明确的搜索目标和初始搜索经验，其重新搜索时长也会相应减少。

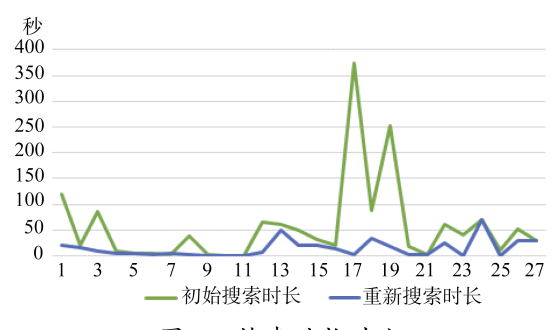


图 1 搜索时长对比

从浏览时长看，初始路线规划的浏览时长总体上大于重新规划的浏览时长，如图 2 所示。

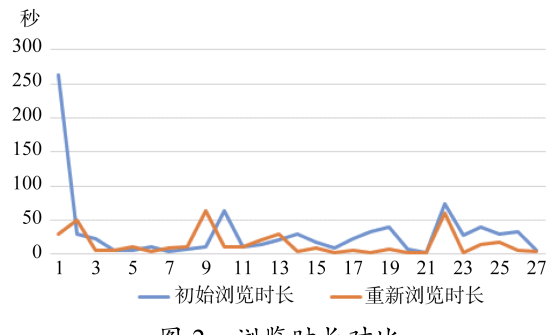


图 2 浏览时长对比

(2) 步行路线重新规划情境

根据前人在对情境因素的研究，结合本研究的特点，排除了路线初始规划阶段的对估计时间的在意度、目的地选择次数、查看路线详情次数以及任务时长这些与重新规划路线不相关的因素，并添加了任务困难度、地点输入方式、地点输入范围的变化 3 个因素，共 16 个因素，如表 8 所示。

表 8 用户步行路线重新规划的部分因素

分类	主要因素	解释
个人因素	任务困难度	用户对任务难易度的感受
行为因素	地点输入方式	用户输入目的地的方式
	地点输入范围的变化	用户重新规划输入的目的地与初始规划输入的目的地的变化

利用 SPSS22.0 的 Spearman 相关性分析对这些因素之间的相关性进行分析，如表 9 所示。其中，12 个因素之间存在相关关系，5 个因素(地点输入范围的变化、客观时间限制、系统定位、天气因素和室外温度)与其他因素之间没有显著的相关性。

表 9 步行路线重新规划的因变量与自变量对照表

因变量	自变量	相关系数
主观时间压力	性别	–.467*
	年龄	–.572**
搜索时长	地点输入方式	.689**
	移动设备	.443*
浏览时长	性别	–.419*
	任务困难度	–.410*
操作次数	任务困难度	–.432*
步行距离	地点输入方式	.485*
	任务困难度	–.539**
路线估计时长	地点输入方式	.540**
	步行距离	.963**
	任务困难度	–.533**

(注: * p<0.05, **p<0.01。)

①路线搜索阶段

在路线重新规划时，用户主观时间压力受用户个人因素的影响，搜索时长和浏览时长受用户行为因素和环境因素的影响。利用回归分析方法对其具体关系进行分析，如表 10 所示。

表 10 路线搜索阶段因变量与自变量的回归分析结果

因变量	自变量	非标准化系数	显著性	VIF	调整 R^2
主观时间压力	性别	–.863	.007	1.001	0.373
	年龄	–.658	.008	1.001	
搜索时长	地点输入方式	14.367	.000	1.174	0.517
	移动设备	5.736	.675	1.174	
浏览时长	性别	–8.236	.261	1.204	0.133
	任务困难度	–4.273	.146	1.204	
操作次数	任务困难度	–.694	.042	1.000	0.122

性别和年龄都对主观时间压力有负作用。即：女性感受到的时间压力更小，男性在任务中感受到的时间压力较大；年龄小的用户感受到的时间压力相对于年龄较大的实验用户感受到的时间压力大。

步行路线重新规划中，用户的搜索时长总体上少于路线初始规划阶段的搜索时长，并且差距较大。初始阶段的搜索时长只与目的地选择次数和操作次数有关，而重新规划阶段的搜索时长与地点输入方式和移动设备有关。此外，由表 10 可知，地点输入方式对搜索时长有显著影响，移动设备的影响并不显著。地点输入方式的正向影响表明，当用户直接选择地图软件中的历史输入记录查询路线时，其搜索时间更短；而当用户通过"周边服务"功能进行查询时，需要花费更长的时间进行路线搜索。

在浏览时长方面，路线重新规划与初始规划的浏览时长差距较小。同时，性别和任务困难度与浏览时长之间不存在直接的相关关系。用户的浏览时长受用户在搜索完路线后的操作行为的影响，主要包括对地图路线的放大缩小以及滑动的操作(44.44%)、查看路线详情(11.11%)以及查看全景(3.7%)，这与初始路线规划的行为相同，但是查看全景和路线详情的比例有所下降。

用户在路线搜索阶段对路线的操作次数受任务困难度的影响。由表 10 可知，当任务越困难时，用户重新规划时对地图的操作次数反而会减少，当用户感到任务简单时，对路线的操作次数会增加。这种现象可以被解释为：在任务困难时，用户的重新规划行为通常发生在路线附近，地图重新规划的路线较短，可以很清楚地看到周围的环境，用户不需要对地图路线进行操作就能查看路线细节信息，因此，任务较困难时，用户重新规划路线时对地图路线的操作情况反而会减少。

②路线选择阶段

根据 Spearman 相关性分析，步行距离与地点输入方式

和任务困难度、路线估计时长与地点输入方式、步行距离和任务困难度之间具有相关性。回归分析结果如表 11 所示。

表 11　路线选择阶段因变量与自变量的回归分析结果

因变量	自变量	非标准化系数	显著性	VIF	调整 R^2
步行距离	地点输入方式	185.531	.039	1.121	0.430
	任务困难度	–185.317	.004	1.121	
路线估计时长	地点输入方式	1.076	.060	1.344	0.912
	步行距离	.013	.000	1.902	
	任务困难度	–.224	.588	1.588	

当用户选择历史输入方式时，其选择路线的步行距离越短，说明用户距离目的地越近；因此可判断出，用户在目的地附近时更倾向于选择历史输入记录这一方式进行目的地的查询，从而使检索更方便，有利于快速寻找目的地。同时，当用户到达目的地附近但是却没有找到目的地时，用户感受到的任务困难度随之升高，重新规划的步行路线距离更短。且地点输入方式对用户的影响大于任务困难度的影响。

影响路线估计时长的因素包括地点输入方式、步行距离以及任务困难度，但是从表 11 可知，只有步行距离与路线估计时长有显著影响，地点输入方式、任务困难度对路线估计时长存在间接关系。步行距离越长，其路线估计时长也越长，这与日常生活经验是一致的。

综上，在路线的重新规划阶段，由于用户年龄和性别的不同，其重新规划路线中感受到的时间压力有所差异。此外，直接选择历史输入记录作为目的地时，用户的整体搜索时长会减少。在目的地附近时，用户通常使用历史输入记录的方式输入目的地，并且在目的地附近的重新规划，用户感受到的任务困难度更高。令人感到意外的是，当任务困难度更高的时候，用户对路线的操作次数反而会减少。

在对路线重新规划的情境分析中发现，用户初始路线规划的行为会对重新规划行为产生影响。利用 Spearman 相关性分析并结合多元线性回归分析，对初次路线规划行为和重新路线规划行为的关系进行揭示，如表 12 所示。

根据表 12 可以发现：初始路线规划查看路线详情次数越多，用户在重新规划时更倾向于选择利用"周边服务"方式再次搜索目的地，这都是用户时间压力小作用的结果；用户查看路线详情次数越多，用户在重新规划时搜索时长也会越长，从而再次获取详细的路线信息。

表 12　路线初始规划对路线重新规划的关系

重新规划行为(因变量)	初始规划行为(自变量)	Spearman 相关系数	非标准化系数	显著性	VIF	调整 R^2
地点输入方式	步行距离	.447*	.001	.375	13.226	0.411
	查看路线详情次数	.624**	1.497	.002	1.102	
	路线估计时长	.398*	–.027	.649	13.034	
搜索时长	搜索时长	.593**	.023	.895	1.101	.284
	步行距离	.555**	–.450	.453	13.226	
	查看路线详情次数	.471*	18.697	.046	1.084	
	路线估计时长	.568**	.887	.020	1.084	
浏览时长	搜索次数	.415*	2.468	.322	1.000	.001

(注: * $p<0.05$, ** $p<0.01$。)

4.3　步行路线规划情境模型

在结果分析的基础上，笔者构建了用户在移动地图交互中的步行路线规划行为的情境关系模型。通过 Spearman 相关性分析和回归分析，能够得到因素之间的指向性影响以及影响程度大小，因此图中的箭头具有指向性含义，箭头的粗细表示影响程度的大小；同时，用虚线表示因素之间的间接影响关系，如图 3 所示。

4.4　实验结果讨论

(1) 步行路线规划情境模型关注用户行为因素

随着 GPS 技术的不断发展和地点感知与识别系统的广泛使用，用户的位置变化往往与其信息需求紧密相关。基于位置探讨用户的信息需求和用户行为不仅给学术界带来重大思考，更是激发了移动互联网对于各类基于位置的应用程序和服务的研发与推广，如大众点评、百度地图等。这些应用程序的出现和推广，与学术领域关于移动情境模型和相关算法的支撑密不可分。许多学者从情境模型的角度研究用户的个性化信息推荐系统的开发与设计，如王芳等[18]基于情境模型开发了一种移动图书馆的个性化服务系统。本实验构建的步行路线规划情境模型，能够为这些系统的设计提供模型基础。

基于位置服务的情境模型的研究中，多数是关注用户的位置信息、天气和时间等，如申园园等[19]在设计基于位置服务信息的移动推荐模型时涉及到影响用户偏好的信息包括位置、时间、天气、评分、购买等信息；Prikka 等[20]结合位置、时间、活动状态等情境因

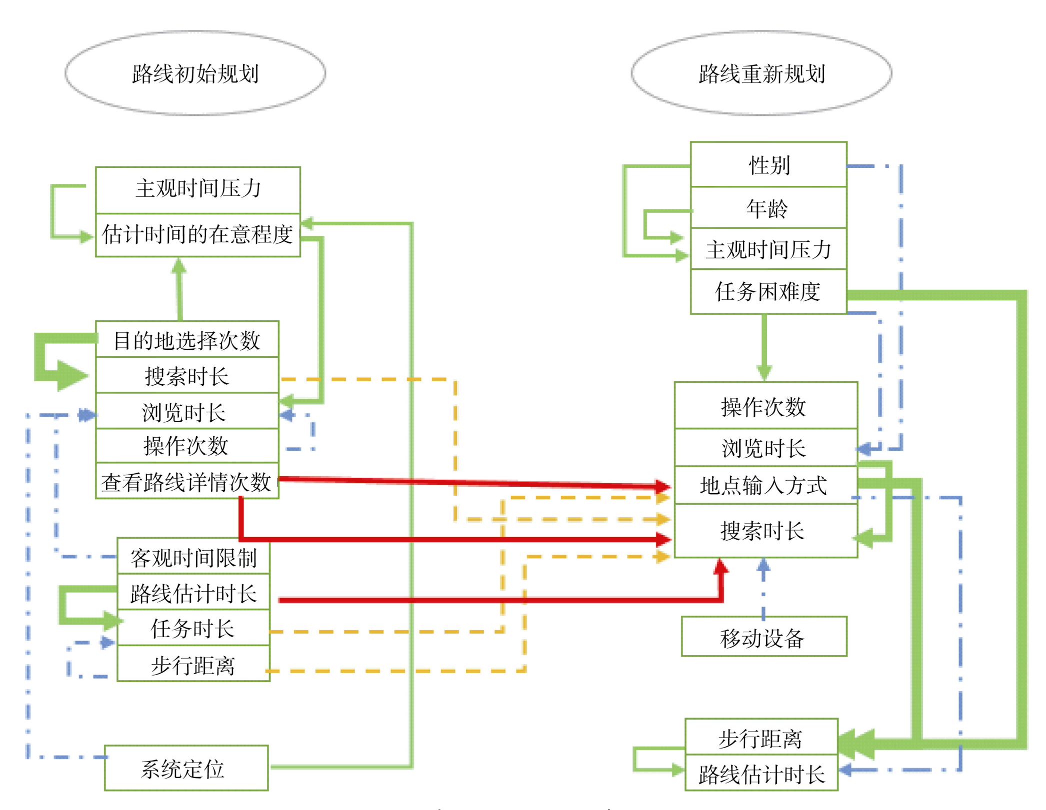


图 3 步行路线规划情境模型

(注：绿色实箭头表示直接影响关系；蓝色虚箭头表示间接影响关系；红色实箭头表示初始规划对重新规划行为的直接影响；黄色虚箭头表示初始规划行为对重新规划行为的间接影响。)

素为用户进行音乐推荐。与这些情境模型相比，本模型的构建在前人模型的基础上，更加注重用户的个人情境因素和行为情境因素，突出用户个人的行为因素的重要性，使基于情境模型的系统满足用户的个性化服务要求。此外，本模型还着重分析了路线初始规划阶段的情境因素对路线重新规划时的情境因素之间的影响关系，用户在路线规划时的情境不只受当前情境的影响，也与其初始规划时所获取的信息或者用户感知密切相关。

(2) 步行路线规划情境模型可简化路线规划与选择

本研究构建的步行路线规划情境模型对于移动地图开发者而言也具有借鉴价值，为地图应用系统的开发和设计提供参考。

①突出目的地位置的特征标识

根据研究结果分析和情境模型，用户目的地选择次数和在地图上的操作次数会导致搜索时长增加，用户对目的地的多次选择是由于在一级界面不能准确查找到目的地或获取更多信息而要进一步点击造成的。地图开发者在设计时要对目的地位置表述精确，如具体方位、周边街景等能唯一指示该位置的特征，并且将与目的地密切相关的信息，如详细地址、“到这去”等信息标识放在突出位置，使用户能够很快查找到某一具体位置而不需要点击二级页面判断和选择，从而节省用户步行路线规划的时间。如搜狗地图便直接将“我要去”选项放在一级页面，用户可以直接进行路线查询和规划，而不需要点击二级页面。此外，地图的路线显示应根据用户屏幕大小进行适当调整，以减少用户对地图的操作，从而节省用户的出行时间。

②界面显示注重用户个性化特征

地图应用可以记录用户的历史操作记录和行为，根据用户日常使用地图的习惯，在软件中实现信息的个性化显示。如：通过记录用户的历史操作日志数据等，可以对用户在日常路线规划中选择目的地的次数进行统计。根据步行路线规划情境模型，对于选择次数较多的用户，系统可以自动将路线的估计时间突出显示以提醒用户的路线花费时长。使地图应用能够根据用户不同的行为习惯，显示个性化的信息，满足用户的个性化信息需求。同时，还可以利用用户的个人因素(如性别、年龄等)判断用户对时间的主观感知度和浏览时长，根据浏览时长决定目的地信息显示的详细程度。

③提供自定义路线规划功能

地图应用可以记录用户目的地输入次数判断用户当前

是处于路线的初始规划阶段还是重新规划阶段。对于重新规划阶段，一方面，地图应用可以将用户初始规划的路线优先排序；另外，地图应用可以根据用户的个人因素判断其在路线规划过程中对时间压力的感知程度，适当调整路线规划时间的显示方式。当前的地图应用在进行步行路线规划的时候只提供一种方案，地图应用应该能够让用户提供自定义的路线规划服务，如高德地图的路线规划功能，可以让用户自定义沿途经过哪些区域以及将车票预订等功能集成在一个页面上，提供"一站式"的路线规划和出行服务。

此外，当用户越接近目的地时，其感受到的任务困难度随之增加，这是地图软件对信息更新不及时有关，用户在到达地图上指示的目的地时，目的地可能由于拆迁等原因已不存在，用户无法依靠地图获取更多关于路线的信息时，将不再依赖地图。

5 结 语

本文分析了不同情境因素对路线规划的影响。研究发现，用户的路线规划行为受个人因素、行为因素以及任务因素的影响，而环境因素对步行路线的规划影响较小。

在初始规划阶段，用户的个人因素和任务因素均会对行为因素产生影响。与主观判断不同的是，任务的客观时间限制不会对用户的浏览时长产生显著影响。时间压力更能对用户的初始路线规划行为产生明显作用，如导致用户对路线的估计时间更在意。同时，研究还发现，系统定位准确度直接影响了用户对地图其他功能的信任，当定位准确度较高时，用户对系统提供的路线估计时间也更在意。

路线的重新规划通常发生在目的地附近，由于找不到目的地产生的重新规划行为。在这一阶段，不同年龄和性别的用户的主观时间压力呈现明显差异；并且用户对目的地输入的方式也呈现差异，选择历史输入记录的用户其搜索时长缩短；当任务困难度增加时，用户的操作次数反而减少，更多关注的是真实场景中的信息。用户通过历史输入记录选择目的地时，步行路线距离越长，说明在用户到达目的地附近时，通常会直接使用输入记录而不再利用"周边服务"重新搜索；任务越困难时，用户重新规划的发生更接近目的地，因此其重新规划路线的步行距离越短。

由于将录屏信息转化为数据由有人工判断处理，因此存在一定的主观性。同时对实验中其他因素的干扰，如部分用户对百度地图的不熟悉以及需要注意录屏软件是否正常运行等，给用户的心理和行为产生潜在影响可能会对实验结果造成一定的干扰。

参考文献：

[1] 比达网. 2016年第3季度中国手机地图(导航)市场研究报告[R/OL]. (2016-11-06). [2016-12-25]. http://www.cnit-research.com/content/201611/11430.html. (Bigdata-Research. Research Report of the 3rd Quarter of 2016 China Mobile Map (Navigation) Market [R/OL]. (2016-11-06). [2016-12-25]. http://www.cnit-research.com/content/201611/11430.html.)

[2] 迪莉娅. 西方信息行为认知方法研究[J]. 中国图书馆学报, 2011, 37(2): 97-104. (Di Liya. Studies on Cognitive Approach to Information Behavior in Western Countries[J]. Journal of Library Science in China, 2011, 37(2): 97-104.)

[3] Nivala A M, Sarjakoski L T. Need for Context-Aware Topographic Maps in Mobile Devices[C]//Proceedings of the 9th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science, Espoo, Finland. 2003: 15-29.

[4] Cai G, Xue Y. Activity-oriented Context-aware Adaptation Assisting Mobile Geo-spatial Activities[C]// Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent User Interfaces, Sydney, Australia.New York, USA: ACM, 2006: 354-356.

[5] 齐晓飞, 王光霞, 薛志伟,等. 位置地图情境分类分级与切换研究[J]. 地理信息世界, 2013,20(6): 13-18. (Qi Xiaofei, Wang Guangxia, Xue Zhiwei, et al. Research on Location Map Context Classification, Grading and Switching[J]. Geomatics World, 2013, 20(6): 13-18.)

[6] Hölscher C, Tenbrink T, Wiener J M. Would You Follow Your Own Route Description? Cognitive Strategies in Urban Route Planning[J]. Cognition, 2011, 121(2): 228-247.

[7] Agrawal A W, Schlossberg M, Irvin K. How Far, By Which Route, and Why? A Spatial Analysis of Pedestrian Preference[J]. Journal of Urban Design, 2007, 13(1): 81-98.

[8] Ishikawa T, Fujiwara H, Imai O, et al. Wayfinding with a GPS-based Mobile Navigation System: A Comparison with Maps and Direct Experience[J]. Journal of Environmental Psychology, 2008, 28(1): 74-82.

[9] Lu X, Wang C, Yang J M, et al. Photo2Trip: Generating Travel Routes from Geo-Tagged Photos for Trip Planning [C]// Proceedings of the 18th International Conference on Multimedia 2010, Firenze, Italy. 2010:143-152.

[10] Borst H C, De Vries S I, Graham J. Influence of Environmental Street Characteristics on Walking Route

Choice of Elderly People[J]. Journal of Environmental Psychology, 2009, 29(4): 477-484.
[11] Yuan W, Schneider M. Supporting 3D Route Planning in Indoor Space Based on the LEGO Representation[C]// Proceedings of the 2nd International Workshop on Indoor Spatial Awareness. 2010:16-23.
[12] Kruger A, Butz A, Muller C, et al. The Connected User Interface: Realizing a Personal Situated Navigation Service [C]// Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent User Interfaces. 2004:161-168.
[13] Abowd G D, Dey A K, Brown P J, et al. Towards a Better Understanding of Context and Context-awareness[C]// Proceedings of the 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing.1999.
[14] Schmidt A, Boigl M, Gollcrson H W. There is More to Context than Location[J]. Compliers and Graphics, 1999, 23(6): 893-902.
[15] 郭顺利. 基于情境感知的移动图书馆用户模型研究[D]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2015. (Guo Shunli. A User Model for Mobile Library Based on Context-awareness[D]. Qufu: Qufu Normal University, 2015.)
[16] 刘芳静. 基于情境体验的移动地图设计研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2014. (Liu Fangjing. The Research of Mobile Map Design Based on Situational Experience[D]. Changsha: Hunan University, 2011.)
[17] Schwarz S . A Context Model for Personal Knowledge Management Applications[C]// Proceedings of the 2nd International Workshop on Modeling and Retrieval of Context. 2005.
[18] 王芳, 郭丽杰. 基于情境模型的手机图书馆个性化服务研究[J]. 图书馆学研究, 2011(7): 93-96. (Wang Fang, Guo Lijie. Research of Mobile Phone Library Personality Service Based on Context Model[J]. Researches in Library Science, 2011(7): 93-96.)
[19] 申园园, 余文. 一种基于位置服务信息的移动推荐模型[J]. 计算机应用与软件, 2016,33(12): 202-206. (Shen Yuanyuan, Yu Wen. A Mobile Recommendation Model Based on Location-Based Service[J]. Computer Applications and Software, 2016, 33(12): 202-206.)
[20] Pirkka A, Lassi A L. Interacting with Context Factors in Music Recommendation and Discovery[J]. International Journal of Human-Computer Interaction, 2017, 33(3): 165-179.

作者贡献声明:

吴丹: 提出选题思路、研究思路和研究方向, 实验设计, 论文修改及最终版本修订;
程磊: 数据收集、清理和分析, 论文起草。

利益冲突声明:

所有作者声明不存在利益冲突关系。

支撑数据:

支撑数据见期刊网络版 http://www.infotech.ac.cn。
[1] 吴丹, 程磊. lxcsgh.xlsx. 步行路线初始规划数据.
[2] 吴丹, 程磊. Lxcxgh.xlsx. 步行路线重新规划数据.
[3] 吴丹, 程磊. Dbsj.xlsx. 初始规划和重新规划的对比数据.

收稿日期: 2017-02-07
收修改稿日期: 2017-04-14

Route Planning in Pedestrian-Map APP Interactions

Wu Dan Cheng Lei
(School of Information Management, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: [**Objective**] This paper constructs a model for route planning based on the impacts of different contexts on pedestrian's walking behaviors. [**Methods**] First, we collected data from 30 participants of an outdoor pedestrian navigation experiment. Then, we analyzed the ties between contexts and users' behaviors with correlation and regression tests. [**Results**] At the initial planning stage, more destinations chosen by the pedestrians meant longer searching time, while more users' attention to the estimated time led to longer browsing time. User's subjective time pressure, system location and destination choice also affected their attention to estimated time. In the re-planning stage, different genders and ages had different subjective time pressures on the users. The more difficult tasks generated fewer operations. [**Limitations**] There were some subjective issues with the data processing. The changing of user's psychology and behaviors may also influence the results. [**Conclusions**] The proposed model focuses on the user factors and reveals the relationship among the contexts of the initial plannings and the re-routings, which provide valuable information to the mobile map developers.

Keywords: Route Planning User Information Behavior Mobile Map Context Human-Computer Interaction

---

OCLC 和 Wikipedia Library 合作链接引用数百万图书馆资源

OCLC 和维基媒体基金会(Wikimedia Foundation)的维基百科图书馆(Wikipedia Library)达成合作，使得维基百科的编辑们能够将维基百科的引文链接到世界上最全面的图书馆馆藏信息数据库——WorldCat 中的数百万图书馆资源。

参考资料和可靠的信息来源对维基百科十分重要，它能帮助维基百科的编辑验证文章中所包含事实的正确性，还为读者提供了额外的资源，想深入研究维基百科某一主题的读者可能对这些资源特别感兴趣。然而，添加引用有时候往往比较困难，通常需要剪切和粘贴或重新输入信息。

现在，维基百科生成引文的能力得到显著改善：维基媒体的引用工具与可视化编辑界面相搭配，允许编辑器从单个的标识符生成一个完整的引用。OCLC 的 WorldCat Search API 集成到引用工具之中，能帮助维基百科的编辑们自动生成并添加引用链向 WorldCat 中的资源。

维基媒体运动近年来在多个项目中与 OCLC 进行了合作。2012 年, OCLC 与 Wikipedia in Residence 一起探索图书馆元数据可以为维基百科贡献的方法。之后与维基百科图书馆合作, OCLC Research 帮助在 5 所大学设立了维基百科访问学者的职位。

可在维基媒体博客上阅读更多关于 OCLC 与维基百科图书馆的合作信息。

(编译自: https://www.oclc.org/en/news/releases/2017/201713dublin.html)

(本刊讯)